解説記事

「組込みスキル標準」を活用しよう

システムの記事

目標や指標を持つことがスキルアップの近道に

渡辺 登

ここでは，2005年5月に公開された，組み込みソフトウェア環境に従事する人材を対象とするスキル標準「組込みスキル標準（ETSS）」について解説する．今回公開されたものは一部ドラフト版も含んでいる（正式版が出そろうのは2006年春以降の予定）が，スキル標準がどういうものであり，どう活用できるのかを具体的に考えるための参考になるだろう．（編集部）

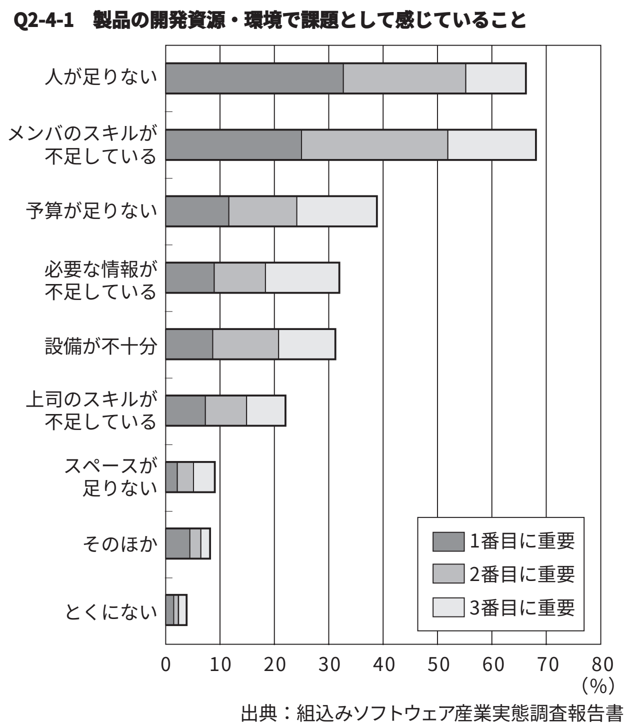
一般に組み込みソフトウェアは，厳しい条件のもとで開発されています．製品に最適なハードウェア構成とするため，ハードウェア仕様が多様になったり，実機が存在しない状態でソフトウェアを開発し，納期のぎりぎりの段階でやっと実機上でテストする，といったことがあたりまえに行われています．さらに，リアルタイム性やメモリ容量，消費電力などについて厳しい制約条件が課せられ，半年から1年といった短い期間で開発することがほとんどです．

これらの条件下で開発するには，ソフトウェアに関するスキルしか持っていないようでは対応できません．ハードウェアに関するスキルや，開発対象システム特有のスキルも必要です．大規模化，複雑化が進む組み込みソフトウェアにおいて品質問題が顕在化している昨今ですが，開発現場では人材の量も質も不足しており，乗り越えるべき壁は高い状態にあるようです（**図1**）．

● 現場は技術者の育成支援を国に期待している

このように厳しい条件下にある組み込みソフトウェア開発ですが，最近では「産業横断的に利用され，国際競争力を持つ（左右する）日本にとって重要な産業」として認知されてきました．2004年，経済産業省は組み込みソフトウェアを政策として取り上げ，国内のソフトウェア・エンジニアリングを支援する組織「ソフトウェア・エンジニアリング・センター（SEC）」を情報処理推進機構（IPA）内に設置しました．そして，組み込みソフトウェア産業の実態調査を実施した結果(1)，開発現場は技術者の育成や活用の支援を国に期待していることがわかりました．また，組み込みソフトウェア技術に関するスキル標準を保有している現場は，回答があったうちの2割以下であることもわかりました．

組み込みソフトウェア開発のスキルを測る基準としては，国家試験である情報処理技術者試験（区分：「テクニカルエンジニア（エンベデッドシステム」）において，受験者に求



出典：組込みソフトウェア産業実態調査報告書（個人技術者意識調査（ET2004））

図1 開発現場では人材不足が大きな課題

開発資源における課題として，人手不足とスキル不足が大きな課題であると認識されているようすがうかがえる．



めるスキル基準が定められています(2)．しかし，試験そのものが高度なこともあってか，試験もスキル基準も有効活用されているとは言えない状況でした．

また，ITサービスを提供する人材に関するスキル標準としては，経済産業省が2002年12月に「ITスキル標準（ITSS）」を公開し，IT系企業で導入が進んできています．しかし，このスキル標準は組み込みソフトウェア開発特有のスキルを満たすものではありませんでした．

一方，技術者のコミュニティである「組込みソフトウェア管理者・技術者育成研究会（SESSAME）」は，2002年からSESSAMEにおける教育カリキュラムを作成するためにスキル標準の策定を始めていました．既存の情報処理技術者試験のスキル標準やITスキル標準のソフトウェア開発関連職種の知識領域，国内外の知識体系やカリキュラムを参考に，スキル項目を定義する作業を進めていました．

経済産業省では，組み込みソフトウェアの開発力強化策の一つとして，組み込みソフトウェアに従事する人材を対象としたスキル標準の策定に取り組むことになりました（p.112のコラム「なぜ国がスキル標準を策定するのか？」を参照）．SECの準備組織として結成された「組込みソフトウェア開発力強化推進委員会（準備会）」（SEC設立後は「組込みソフトウェア開発力強化推進委員会」として活動を継続）はSESSAMEのスキル標準を叩き台に検討を開始し，2004年7月にスキル標準の策定方針を公開しました．そして，パブリック・コメントを募集しつつ検討を進めた成果物を，2005年5月に「組込みスキル標準（ETSS）」として公開しました(3)．

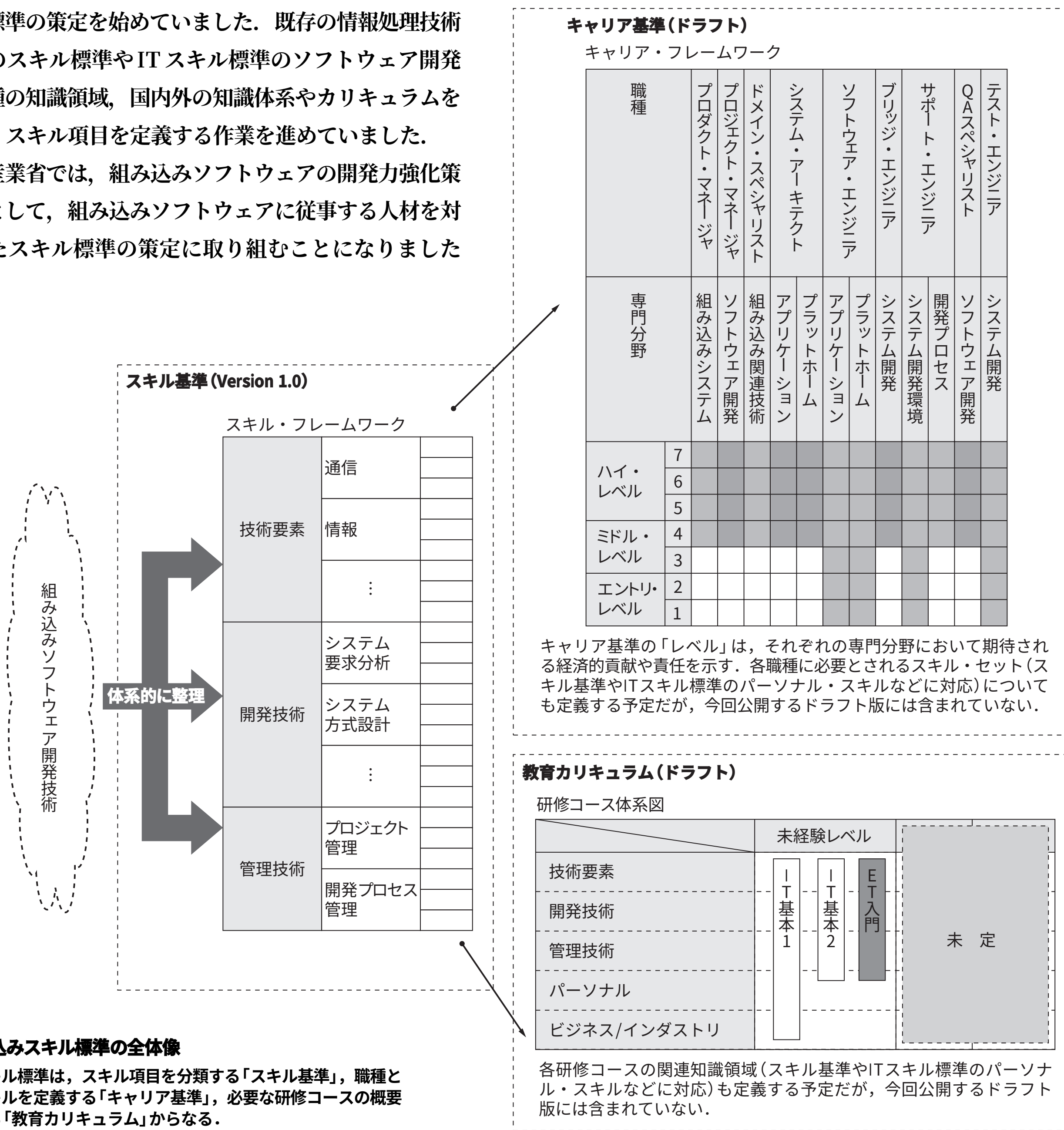


図2　組込みスキル標準の全体像

組込みスキル標準は，スキル項目を分類する「スキル基準」，職種と必要なスキルを定義する「キャリア基準」，必要な研修コースの概要を定義する「教育カリキュラム」からなる．

1 組込みスキル標準の構成

組込みスキル標準は，「スキル基準」と「キャリア基準」，「教育カリキュラム」の三つの要素から構成されます（**図2**）．このうち基本となるのが「スキル基準」です（2005年5月公開版はVersion 1.0）．「キャリア基準」と「教育カリキュラム」については，今回はドラフト版のみを公開します（正式版の公開は2006年春以降の予定）．

● スキル項目を分類した「スキル基準」

スキル基準とは，組み込みソフトウェア開発に必要なスキルを「スキル・フレームワーク」として体系的に整理した

表1　スキル・カテゴリの分類

カテゴリ	説　明	評価基準*
技術要素	●組み込みシステムに組み込まれる要素を体系的に整理したもの．ソフトウェアのみでなく，ハードウェアとして実現する部品も対象とする ●組み込みシステムを「入力/出力」，「物理/論理」という観点で整理した（委員会独自の分類方法） ●具体的には，「通信」，「情報処理」，「マルチメディア」，「ユーザー・インタフェース」，「ストレージ」，「計測・制御」，「プラットフォーム」の七つ	4段階で評価（通常はレベル1～レベル3に該当．レベル4は最上級として特別なレベルにあることを示す） レベル1：指導されれば作業できる レベル2：自分ひとりで作業できる レベル3：指導できる レベル4：経験を体系的に整理し，技術を改善，革新できる
開発技術	●分析からテストに至るまでのスキルを整理したもの ●SLCP（JISX0160）をベースに整理した	
管理技術	●品質管理やリスク管理，構成管理といった管理技術を整理したもの ●ITスキル標準におけるプロジェクト・マネージャの知識領域と，SLCPの支援プロセスなどを参考に整理した	

*企業や団体でスキル基準を利用する際には，評価基準を満たしているかどうかを評価するための具体的な評価指標を定義する必要がある．

表2　スキル基準の項目（抜粋）

企業や団体で利用する際には，第4階層まで細分化するのが妥当だと考えている．また，必要に応じてスキル・カテゴリを追加することも可能．

第1階層		第2階層	
1	通信	1	有線通信
		2	無線通信
		3	放送
		4	インターネット
2	情報処理	1	情報入力
		2	セキュリティ
		3	データ処理
		4	情報出力
3	マルチメディア	1	音声
		2	静止画
		3	動画
		4	統合
4	ユーザー・インタフェース	1	人間系入力
		2	人間系出力

（**a**）「技術要素」に関するスキル標準

第1階層		第2階層		スキル項目例
1	システム要求分析	1	要求の獲得と調整	●インタビュー手法を使って，開発対象システムへの要求事項を獲得できる ●要求定義書作成規程を使って，要求定義書を作成できる ●要求定義書を使って，ステーク・ホルダ（利害関係者）と要求仕様を確認できる
		2	システム分析と要求定義	●分析，モデリング手法を使って，要求を分析，明確化できる ●要求相互関係整理表やツールを使って，要求の相互関係性を明示できる
		3	システム分析のレビュー，要求定義のレビュー	●インスペクションを使って，レビューできる ●企業のレビュー規約を使って，レビューを運営できる（召集や議事進行など）

（**b**）「開発技術」に関するスキル標準

第1階層		第2階層		スキル項目例
1	プロジェクト管理	1	統合マネジメント	●プロジェクト計画メソドロジを使って，プロジェクト計画を立案できる ●WBS（work breakdown structure）を使って，プロジェクト計画書を作成できる
		⋮		
		8	リスク・マネジメント	●既存システムにおける事故事例を使って，リスクを識別できる ●リスク等級マトリックスを使って，リスクを分析できる ●デシジョン・ツリーを使って，リスクを分析できる
		9	調達マネジメント	●企業の調達基準を使って，外部調達を識別できる ●企業の見積もり依頼書作成規程を使って，外部調達の見積もりを依頼できる ●企業の外注管理規程を使って，外注を管理できる

（**c**）「管理技術」に関するスキル標準

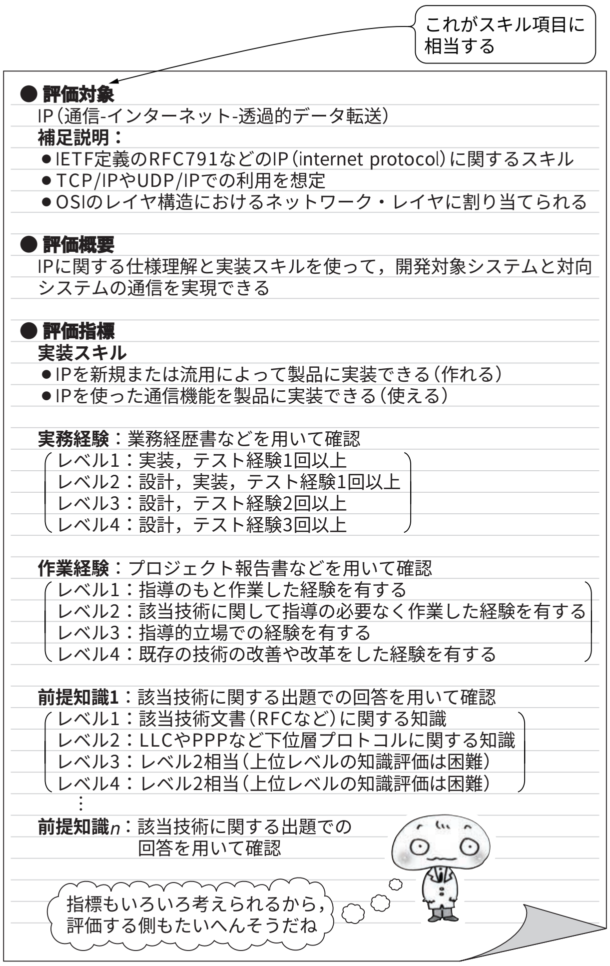


図3　スキル基準の評価指標の例

スキル項目の評価指標の一例を示す．なお，これはあくまでも例であり，スキル基準として定義しているものではない．

ものです．具体的には，各スキル項目を三つのスキル・カテゴリ（技術要素，開発技術，管理技術）に分け，さらに複数の階層に細分化して，それぞれを4段階で評価します（**表1**，**表2**）．

ただし，今回策定したスキル基準としては個々のスキル項目に言及することを避け，第2階層までの分類を公開することにしました．企業や団体で実際にスキル基準を活用するためには，第3階層以降の分類や具体的なスキル項目の名称，それぞれのスキル項目の評価指標（評価の対象となる作業内容）などを定義する必要があります（**図3**）．

また，産業横断的に利用される共通スキルだけを対象に分類したので，企業や製品分野に独自のスキルについては，分類や項目を追加する必要があります[注1]．参考までに，携帯電話機開発に必要となる技術要素を第4階層までブレークダウンした例を**表3**に示します．

● ステップアップを意識できる「キャリア基準」

キャリア基準は，組み込みソフトウェア開発における職種を定義したものです（**図4**）．九つの職種を定義し，ITスキル標準と同様に7段階のレベルを設定しています[注2]．こ

注1：策定の過程で検討してはいたのだが，具体的なスキル項目は各企業の戦略やノウハウに直結するため，標準として決めてしまうにはふさわしくないと判断した．

注2：ITスキル標準で定義している職種とレベルに対応させたため，レベルが7段階になった．なお，ITスキル標準ではレベル1～2を「エントリ・レベル」，レベル3～4を「ミドル・レベル」，レベル5～7を「ハイ・レベル」と定義している．組込みスキル標準（スキル基準）の4段階のレベルとの対応付けはまだできていないが，大まかには，エントリ・レベルがレベル1に，ミドル・レベルがレベル2に，ハイ・レベルがレベル3，4に対応する方向を考えている．正式な対応付けの作業は，キャリア基準の正式版の公開を目標に進める予定．

表3
スキル基準に第3階層とスキル項目を追加した例

携帯電話機の開発に必要と考えられるスキル基準（カテゴリ：技術要素）を第4階層まで細分化し，スキル項目を定義したものを例として示す．なお，これはあくまでも例であり，スキル基準として定義しているものではない．

第1階層	第2階層	第3階層	第4階層（スキル項目）	使える	作れる
通信	有線通信	PAN	USB		
			RS-232-C		
	無線通信	電気通信用無線	PDC		
			CDMA		
		近距離通信	赤外線通信		
	インターネット	透過的データ転送	PPP		
			IP		
			TCP		
		応用処理	http		
情報処理	情報入力	イメージ入力	カメラ		
		音声入力	マイクロフォン		
		画像パターン認識	2次元バーコード		
			OCR		
		データ入力補完	予測入力		
	データ処理	文字・データ処理/変換	かな漢字変換		
マルチメディア	静止画	圧縮伸張	JPEG		

こで言う「レベル」とは，それぞれの職種がそれぞれの専門分野において，どの程度の経済的貢献や責任を担っているかを示すものです．

また，それぞれの職種に必要とされる具体的なスキル（スキル・セット）については，今回のドラフト版では定義していません（正式版の公開時までには定義する予定）．

開発現場でキャリアが語られる場合，たいてい「プログラマ」→「システム・エンジニア（SE）」→「マネージャ」という程度の認識に留まっていることが多いように思います．組込みスキル標準では呼称と専門分野を定義することにより，それぞれの職種の専門性が明らかになり，それぞれの役割の重要性が評価されることが期待できると考えました．

そのため，今回のキャリア基準では，ソフトウェア・エンジニア，プロジェクト・マネージャといった基本的な職種だけでなく，より専門的な職種も定義しました．システム・アーキテクト，ドメイン・スペシャリスト，ブリッジ・エンジニア（下掲のコラム「ブリッジ・エンジニアとは？」を参照），サポート・エンジニア，QA（品質保証）スペシャリスト，テスト・エンジニア，プロダクト・マネージャがこれに該当します．

● ロードマップとしての「教育カリキュラム」

教育カリキュラムは，組み込みソフトウェア開発にかかわる人材を育成するために，どのような研修を用意すればよいかをロードマップとして示したものです（**図5**）．研修コースの概要を定義したものであり，研修コースや教材そのものを提供するわけではありません[注3]．この教育カリキュラムはITスキル標準の研修ロードマップに対応しており，

注3：具体的な研修コースや教材などは，第3者機関などが組込みスキル標準に準拠する形で提供することを期待している．詳細は未定だが，カリキュラムが組込みスキル標準に準拠しているかどうかを確認する必要性なども検討している．

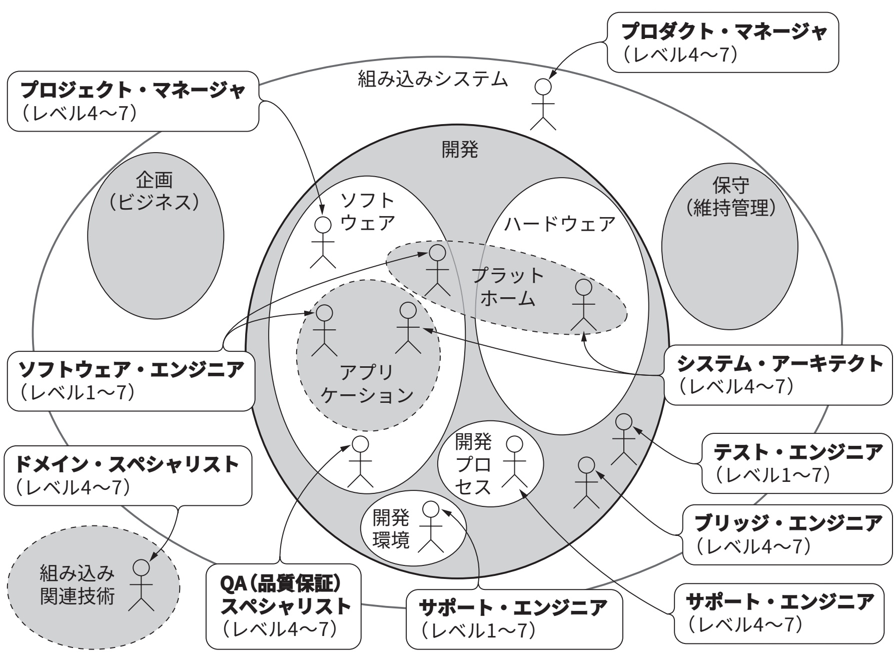


図4
キャリア基準
各職種のレベルとは，それぞれの専門分野において期待されている経済的貢献や責任のレベルを示す．

Column ブリッジ・エンジニアとは？

「ブリッジ・エンジニア」とは，開発をアウトソース（外部委託）する際に委託先を取りまとめる職種を指します．組み込みソフトウェア開発において，アウトソースを利用しているプロジェクトは約8割にのぼるというアンケート結果もあり[(1)]，ほとんどの開発が社員のみでは行われていない状況にあります．このような現状や今後の少子高齢化傾向などを考えると，国内・海外のアウトソースを使った開発が必須になると考えられます．キャリア基準では，ブリッジ・エンジニアという職種を定義することで，この職種の重要性と果たすべき役割を明確にしようと試みました．これにより，今後の開発を左右するとも言えるこの職種について，確実な人材育成と活用が進むことを期待しています．

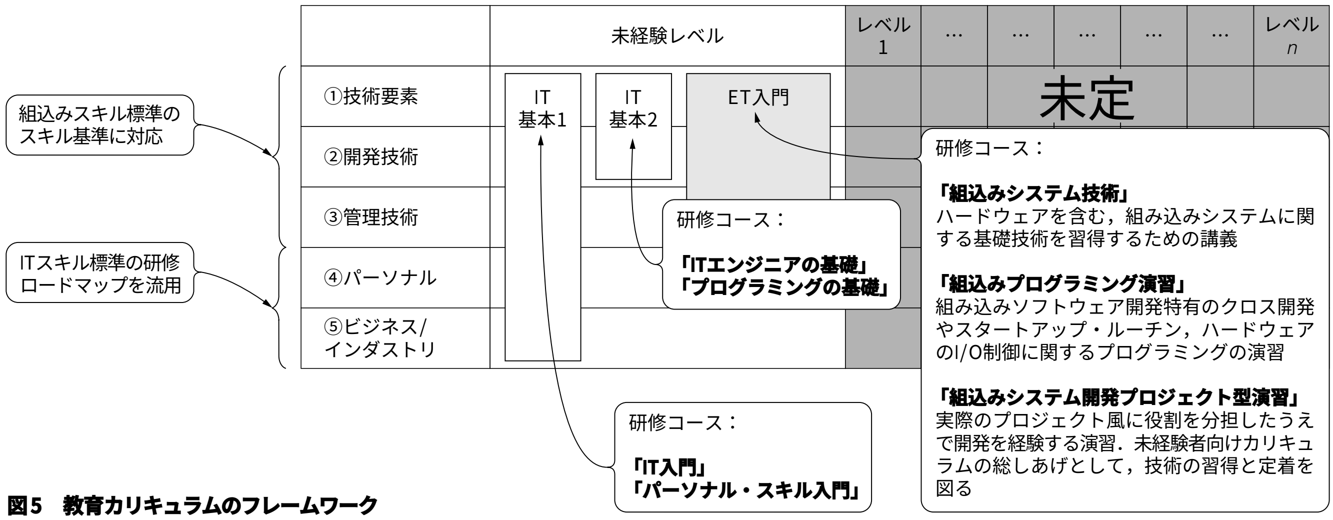


図5　教育カリキュラムのフレームワーク

「IT基本1」，「IT基本2」は，ITスキル標準の研修ロードマップに示されている研修コース群である．今回は，組み込みソフトウェア開発の未経験者向けに，この二つのコースに加えて「ET入門」というコース群を定義した．ET入門は，「組込みシステム技術」，「組込みプログラミング演習」，「組込みシステム開発プロジェクト型演習」の3コースを含んでいる．

ソフトウェア開発全般にかかわる部分についてはITスキル標準のものを利用することを想定しています[注4]．

今回は，組み込みソフトウェア開発の未経験者向けの教育カリキュラムのみを作成しました．大学教育や企業の新人教育などで利用することを想定しています．

ITリテラシやコンピュータの基礎知識については，ITスキル標準の研修ロードマップにおける「IT基本1」，「IT基本2」の履修を前提に，組み込みソフトウェア開発に関する知識を三つの研修コースで提供します．

2 組込みスキル標準はこのように活用できる

組込みスキル標準をどう活用できるかを説明する前に，まず，組込みスキル標準がどのような難題も解決する決め手（いわゆる「銀の弾丸」）ではないことをご理解いただきたいと思います．あくまでも一つのツール（道具）としてとらえ，人材の育成と活用，開発力強化のためにじょうずに使っていただきたいと考えています．

また，組込みスキル標準を活用するためには，具体的なスキル項目や評価指標を設定するなどの導入作業が必要です．さらに，人材不足を解消するためには，教育者の育成や学生に高いモチベーションを持ってもらう取り組みなども必要です．現場で人材を育成する際には，このような取り組みについても考えていく必要があるでしょう．

以降では，組込みスキル標準をどのように活用できるのかについて，技術者個人が活用する場合，企業におけるマネージャが活用する場合，企業の経営者が活用する場合に分けて説明します．

● 技術者個人の活用法

先ほど説明したように，組込みスキル標準を厳密に適用しようとすると，スキル項目や評価指標を設定する必要があります．しかし，個人的に自分のスキルを診断するだけであれば，そこまで厳密性や信頼性を確保する必要はないと考えられます（もちろん，所属している企業が組込みスキル標準を導入しているのであれば，その具体的な内容を活用するとよいだろう）[注5]．

キャリア基準と教育カリキュラムはまだドラフト版にすぎませんが，だいたいどのような方向で策定しているのかを知っていただき，正式版の公開にご期待いただければと思っています．

1）スキル基準

個々の技術者にとって，組込みスキル標準の「スキル基

注4：「パーソナル」と「ビジネス/インダストリ」という要素は，ITスキル標準の研修ロードマップで定義されているものである．「パーソナル」とは，業務を遂行する際に必要とされる人間性や精神面におけるスキルを意味する．「ビジネス/インダストリ」とは，その職種/専門分野において知っておくべき知識（とくに業界に特化した事象や業界特有の動向，法律，規則など）を意味する．
注5：SESSAMEでも，組込みスキル標準に基づいて，具体的なスキル項目と評価指標を提供することを検討中である．

表4　ソフトウェア・エンジニアがプロジェクト・マネージャをめざすには

今回公開するキャリア基準（ドラフト版）では，それぞれの職種に必要とされるスキル・セットをまだ定義していない（ここに示しているスキル・セットは例にすぎない）．正式版を公開する際には，このようなスキル・セットをそれぞれの職種について定義したいと考えている．

				ソフトウェア・エンジニアのスキル・セット（例）				プロジェクト・マネージャのスキル・セット（例）			
第1階層		第2階層		レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
1	システム要求分析	1	要求の獲得と調整								
		2	システム分析と要求定義								
		3	システム分析と要求定義のレビュー								
2	システム方式設計	1	ハードウェアとソフトウェア間の機能および性能分担の決定								
		2	実現可能性の検証とデザイン・レビュー								
3	ソフトウェア要求分析	1	ソフトウェア要求事項の定義								
		2	ソフトウェア要求事項の評価，レビュー								
4	ソフトウェア方式設計	1	ソフトウェア構造の決定								
		2	ソフトウェア構造のデザイン・レビュー								
5	ソフトウェア詳細設計	1	ソフトウェアの詳細設計								
		2	ソフトウェアの詳細設計のレビュー								
6	ソフトウェア・コード作成とテスト	1	プログラムの作成とプログラム・テスト項目の抽出								
		2	コード・レビューとプログラム・テスト項目のデザイン・レビュー								
		3	プログラム・テストの実施								
7	ソフトウェア結合	1	ソフトウェア結合テスト仕様の設計								
		2	ソフトウェア結合テストの実施								
8	ソフトウェア適格性確認テスト	1	ソフトウェア適格性確認テストの準備とレビュー								

：エントリ・レベル　：ミドル・レベル　：ハイ・レベル



準」は，自分のスキルの現状を把握するのに役立ちます（いわゆる「スキルのたな卸し」）．得意なスキルをさらに伸ばせば，キャリア・パスとして高い付加価値を生むスペシャリストを目指すことが可能です．また，現在の開発業務で求められるスキルや，目標のキャリアで求められるスキルを参考にして，不足するスキルを認識することも重要です（**表4**）．不足するスキルについては，必要に応じて研修を受講したり，ジョブ・ローテーション（配置転換）を希望する，自己啓発に励むなどの対策が有効でしょう．プロジェクトにおけるリスク・マネージメントと同様に，不足するスキルをリストアップし，影響度や発生確率などを加味して対策を施してみてはいかがでしょうか．

なお，把握したスキルは現状のスナップ・ショットにすぎません．健康診断と同じように，半年または1年ごとにスキルを把握し，経年変化をチェックするとよいでしょう．

2）キャリア基準で将来を計画する

「キャリア基準」は，自分が目標とするキャリアを設定するために利用できます．その際には，1～2年先といった近未来だけでなく，10年，20年後に目指すべき姿（キャリア）を考えてみていただきたいと思います（**図6**）．日々の開発業務に追われ，先行きが見えない状況の中でも，自分なりにキャリア・デザインができていれば，するべきこと

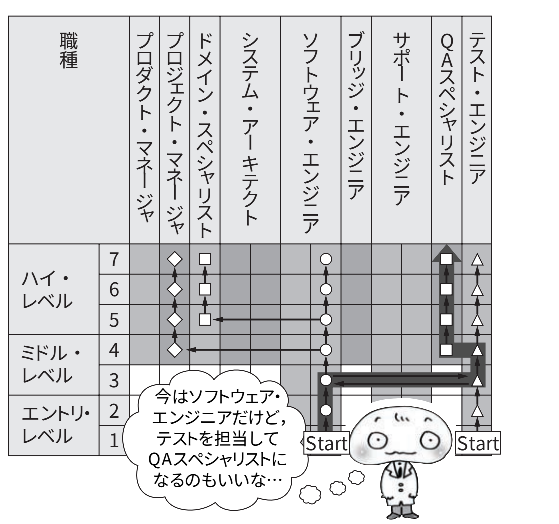


図6　なりたいキャリアを目標にスキルアップを図る

ここに示したキャリア・パスはあくまでも例にすぎない．これ以外のキャリア・パスも存在するし，こうでなくてはならない，ということはない．

を見失わないでしょう．

自分は何をしたいと思っているのか？ 何をしているときに喜びを感じるのか？ 何をすれば期待される成果を上げられるのか？ などを自問自答してみてください．目標キャリアが決まれば，どのようなスキルが不足しているのかも認識できます．中長期的な目標とキャリア・パスを描きつつ，1～2年先のキャリアアップを図ることができます．

3）教育カリキュラム

「教育カリキュラム」は，スキルアップやキャリアアップのための研修コースを選択する際に利用できます（ただし，今回公開するドラフト版ではまだ未経験者向けの教育カリキュラムしか提供できていない）．

なお，スキル基準で定義した「レベル4」というスキルは，経験を体系化できるスキルがあることを示しています．レベル4に該当する方には，後輩の育成や技術の改善革新のために，まだ存在しない研修や文献，新たな文書やツールなどをぜひ作成していただきたいと思います．

● マネージャの活用法

マネージャが組込みスキル標準を活用すれば，定量的な「目に見える人材活用」を実現できます．開発プロジェクトに必要なスキルを定量化することにより，利害関係者（技術者を含む）との調整において大きなメリットが得られるでしょう．

なお，技術者のスキルアップにいちばん重要なのは，本人の自発的な成長意欲です．いくら企業やマネージャがスキルアップやキャリアアップを押し付けようとしても，本人に意欲がなければ効率の悪いものとなってしまいます．

例えば，スキル・レベルが上がれば収入が増える，技術者としてやりたいことをやりたい方法で実施できるなどの体制を整え，技術者の意欲を高めることが，スキルアップのかぎになると思われます．

1）スキル基準

「スキル基準」は，プロジェクトに必要なスキルを明確にし，必要な人材を手配（社内調整や社外調達）するために利用できます．開発プロジェクトに必要なスキルを明確にする際には，必要なスキル項目をスキル・カテゴリごとに抽出することから作業を始めます．

「技術要素」というスキル・カテゴリについては，開発対象製品の機能仕様や機能一覧，ハードウェア構成図などからスキル項目を抽出できるでしょう（例えば，携帯電話機の技術要素の例をすでに**表3**に示した）．

「開発技術」，「管理技術」というスキル・カテゴリにおいてスキル項目を抽出するには，自社や自部門が持っている開発標準（標準的に使用する手順や手法，ツールなど）をスキル基準にマッピングすることから始めるとよいでしょう．開発標準を持っていないのであれば，これまでの開発を振り返って，使った手順や手法，ツールを洗い出し，スキル基準にマッピングします．そして，今回まとめた内容を次の開発などに利用できるようにしておけば，開発作業の効率や品質を向上できると考えられます．

プロジェクトに必要なスキルを明確にできれば，社内調整はもちろんのこと，社外調達についても具体的に要求を示したり，選択肢を取引（実績）のある会社以外に広げられる可能性があります．また，ものさしとなるスキル項目を発注する側と受注する側で共有できれば，要求にそぐわない人材調達を避けることができます．

また，組込みスキル標準に基づいたスキルの過不足情報は，プロジェクト・マネージメントにおけるリスク識別のための情報になります（「必要なスキルを持つ人材を手配できていない」ことはリスクである）．スキルがまったく足りていない場合は開発条件を変更するか，外部から人材を調達する，時間に余裕があれば研修を計画するなどの対策を実施する必要があります．一方，スキル・レベルを充足している場合には基本的に問題はありませんが，投入要員のスキル・レベルが過剰である可能性はあります．要員コストが最適であるかどうかを確認してみる必要があるでしょう．

2）キャリア基準

「キャリア基準」も上述のスキル基準と同様に，最適なプロジェクトを編成するために活用できます．スキル基準に比べて粒度は粗くなりますが，必要な人材について説明する際には，キャリア基準を使って職種名として提示するほうがわかりやすいでしょう．

開発作業を分業する際に，それぞれの専門分野を明らかにした職種として提示すれば，人材の専門性や役割を明確に示せます．プロジェクト・メンバがお互いに専門性を認め合うことで，開発を効率的に進められることでしょう．

また，マネージャとしては，プロジェクトの成功だけでなく，プロジェクト・メンバが個人としてスキルを伸ばせているかどうかも考慮するべきでしょう．このような場合に，組込みスキル標準を目標管理のものさしとして利用できます．必要なスキルを獲得できるように，それに適した

しごとを割り振ったり，プロジェクト終了時にスキルやキャリアの向上状況をフォローして，次のプロジェクトに向けて指導する，といった運用が可能です．

3）教育カリキュラム

「教育カリキュラム」は，必要なスキルを身に付けてもらうための研修を実施する際に利用できます．ただし，研修で得られるものは，あくまでも知識にすぎない（実際の開発で身に付けたスキルとは異なる）ことに留意してください．例えば，開発現場でのジョブ・ローテーションや適切なOJT（on the job training）と併用することで，育成効果を上げていただきたいと思っています．

● 経営者（人事，教育部門の担当者を含む）の活用法

経営者（人事，教育部門の担当者を含む）にとって，組込みスキル標準は「目に見える人材育成と活用を実現するツール」であると言えます．人材育成のしくみを可視化して，経営者と従業員の双方が納得できる人材育成を実施していただきたいと思います．

1）スキル基準，キャリア基準

「スキル基準」と「キャリア基準」は，自社全体のスキルの水準を把握したり，スキルアップの目標を設定するために利用できます．また，どんな人材をどれだけ雇用しているのかを定量的に管理できます（**図7**）．

キャリア基準では九つの職種を定義していますが，ほとんどの企業にはそれぞれ決まった職制がすでにあることと思います．そこで，自社の職制と組込みスキル標準の職種がどのように対応するのかを整理する（対応表を作成する）とよいでしょう．例えば，アウトソースを利用する際などに，社外とコミュニケーションをとりやすくなったり，人材調達の際に大きな効果が得られると考えられます．

2）教育カリキュラム

「教育カリキュラム」は，自社全体のスキルアップやキャリアアップのための教育戦略を立案するために利用できます．魅力的なキャリア・パスや教育を提供することにより，技術者のスキルを向上させるとともに，企業への帰属意識を高めることもできることでしょう．

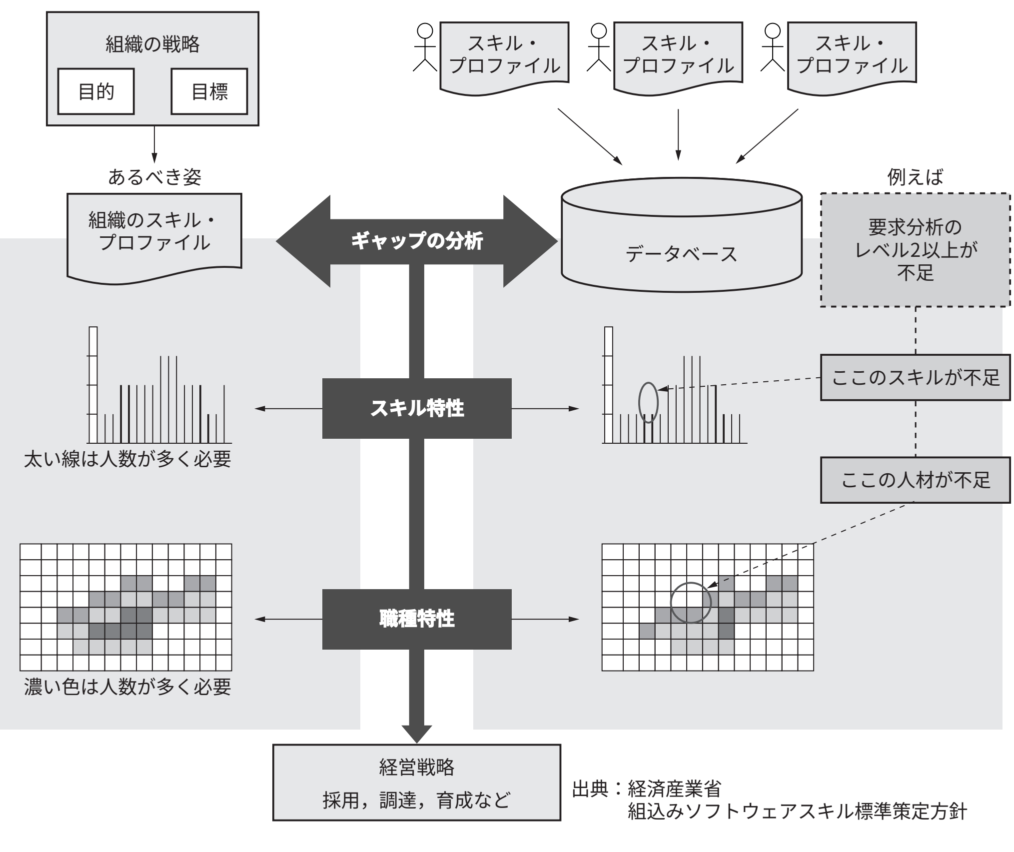


図7　人材マネージメントの実現

あるべき姿と組織の実態を比較すれば，どのようなスキルや人材を補えばよいのかを把握できる．

Column なぜ国がスキル標準を策定するのか？

なぜ経済産業省は，（国策として）組み込みソフトウェア開発のスキル標準を策定するのでしょうか？ その目的は，組み込みソフトウェアの開発力を強化し，国際競争力を向上することです．スキル標準，つまり「組み込みソフトウェアの人材育成と活用のものさし」を国が音頭を取って策定することで，各企業が似たような取り組みや投資を別個に行うというむだを抑え，企業間に通用する人材基準を提供できると考えたのです．

スキル標準の策定，維持管理には，非常に多くのコストとノウハウが必要になります．また，スキルの項目数が多すぎたり，更新を滞らせたりすると，スキル標準が形骸化してしまうというリスクもあります．そこで，各企業に代わって，SECの組込みソフトウェア開発力強化推進委員会に参画した産学官の有識者がスキル標準を策定しました（ただし現状では，各応用分野に特化した内容には踏み込まず，組み込みソフトウェア開発全般に共通する項目として策定を進めた）．さらに，策定した内容には，組み込みソフトウェア開発企業（現場）からのフィードバックを反映させる予定です．これにより，各企業は共通的な事項に関するスキル標準の策定や維持管理から解放され，自社の事業戦略に特化したスキル管理に注力することができます．

また，アウトソース（外部委託）が欠かせない組み込みソフトウェア開発において，社外にも通用するものさしが提供されるのは意義のあることです．自社のスキルの把握，他社との比較や業界での位置の確認をはじめ，技術の取り引きに利用したり，社外教育に結びつけるなど，自社独自のスキル標準にはないメリットが得られます．

教育コースを自社で用意するにも外部の研修を利用するにも，組込みスキル標準に準拠した研修コースであれば，調達が容易になると考えられます．

＊　　　＊　　　＊

SECでは今後，組込みスキル標準の導入と活用の実験として，複数の企業と協力して実証プロジェクトを行う予定です．とくにスキル基準については，問題点を抽出し，すぐ修正できるものについては，2006年の春を待たずに「Version 1.01」として策定したいと考えています．そして，使い勝手の向上などを十分に検討したうえで，2006年春に「Version 1.1」を公開する予定です．

また，実証プロジェクトを通じて，組込みスキル標準の具体的な導入方法や活用方法（例えば，スキル項目の定義方法，評価基準の設定方法など）をノウハウとして蓄積し，導入の敷居を低くする方法を検討していきます．いずれは，組込みスキル標準を導入（活用）するためのチュートリアルなども実施できればと考えています．

参考・引用*文献

(1)* 経済産業省；2004年版 組込みソフトウェア産業実態調査報告書【資料編】，p.61，2004年6月（Webサイトからダウンロード可能．URLは「http://www.ipa.go.jp/software/sec/download/report.php」）．
(2) 情報処理推進機構 情報処理技術者試験センター；情報処理技術者スキル標準 テクニカルエンジニア（エンベデッドシステム），2000年7月（Webサイトからダウンロード可能．URLは「http://www.jitec.jp/1_17skill/skill_00.html」）．
(3) 組込みソフトウェア開発力強化推進委員会活動報告，組込みスキル標準領域，http://www.ipa.go.jp/software/sec/download/200504eb.php

わたなべ・のぼる
情報処理推進機構 ソフトウェア・エンジニアリング・センター
組込みソフトウェア管理者・技術者育成研究会（SESSAME）

<筆者プロフィール>
渡辺 登．電機メーカ系ソフトウェア開発企業においてファームウェアを開発するかたわら，組込みソフトウェア管理者・技術者育成研究会（SESSAME）において，スキル標準を策定するワーキング・グループのモデレータを務める．2004年9月，ソフトウェア・エンジニアリング・センター（SEC）に研究員として出向し，現在に至る．